

**Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava**

**Univerzitní studijní programy**

**Zkoušky automobilových světel**

**Testing of Automotive Light Sources**

Student:

Vojtěch Kocián

Vedoucí bakalářské práce:

prof. Ing. Jiří Tůma, CSc.

Ostrava 2012

## Zadání bakalářské práce

Student: **Vojtěch Kocián**  
Studijní program: B3943 Mechatronika  
Studijní obor: 3906R007 Automobilová elektronika  
Téma: Zkoušky automobilových světel  
Testing of Automotive Light Sources

Zásady pro vypracování:

1. Popište světelné zdroje v automobilech.
2. Popište konstrukční řešení moderních systémů automobilových světel včetně způsobů jejich ovládání.
3. Popište způsoby testování automobilových komponent, jmenovitě součástí světel.
4. Zhodnoťte dosažené výsledky a jejich použitelnost v praxi.

Seznam doporučené odborné literatury:

TŮMA, J. Estimation of density function parameters with censored data from produkt life tests. In: Engineerings mechanics 2006, Engineering Academy of the Czech Republic, May 15-18, 2006, 9 p., ISBN 80-86246-27-2

TŮMA, J. Diagnostika strojů. Skripta VŠB-TU Ostrava, 2009.

LIN Consortium. LIN Specification Package Revision 1.3. Dostupné z WWW:<http://www.lin-subbus.org/>

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **prof. Ing. Jiří Tůma, CSc.**

Datum zadání: 16.12.2011

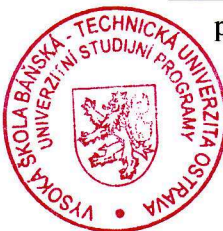
Datum odevzdání: 21.05.2012



prof. Ing. Jiří Tůma, CSc.  
vedoucí katedry



prof. Ing. Petr Noskiewič, CSc.  
prorektor pro studium



## Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě ...21.5.2012.....

.....Vojtěch Kocián.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo –bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě : 21.5.2012



podpis

Vojtěch Kocián

Ostrava- Výškovice, Husarova 52, PSČ 700 30

KOCIÁN, V. *Zkoušky automobilových světel : bakalářská práce*. Ostrava : VŠB - Technická univerzita Ostrava, Univerzitní studijní programy, 2012, 51 s. Vedoucí práce: Tůma, J.

## **Anotace bakalářské práce**

Tento bakalářský projekt se zabývá tematikou automobilových světlometů. V první části rozebírá světelné zdroje a druhy světlometů. V druhé části se zabývá nejmodernějšími systémy, které jsou ve světlometech využívány. Také popisuje sběrnici LIN, která se používá pro řízení světlometů. Na problematiku testování automobilových komponent se zaměřuje ve třetí části. K životnostní zkoušce byl vybrán servomotorek pro elektrické nastavení sklonu světlometů. Vytvořený řídicí program v Labview skrz kartu NI 6008 řídí pohyb servomotorku. K provedení zkoušky bylo vytvořeno testovací zařízení. V poslední části je popsáno vyhodnocení dat.

## **Klíčová slova**

Sběrnice LIN, Testování světlometů, Životnostní zkoušky, Elektrické naklápění světlometů, Světelné zdroje, NI 6008, Xenon, LED, Laserové světlomety, Adaptivní světlomety.

## **Annotation of bachelor thesis**

KOCIÁN, V. *Testing of automotive light sources : bachelor thesis*. Ostrava : VŠB – Technical university Ostrava, University study programs, 2012, 51 p. Thesis head: Tůma, J.

This bachelor thesis is about automotive headlights. The first part deals with light sources and types of car headlights. The second part discusses the newest modern systems which are being used in automotive. It also describes the LIN bus which is being used for controlling of the headlights. The third part is focused on testing of automotive components. For life - cycle testing has been chosen servomotor for electrical adjusting of headlights angle. Created control program in Labview controls the servomotor movement through NI 6008 card. For performing the life-cycle test the testing device was created. In the last part is described the data evaluation.

## **Key words**

LIN bus, Testing of automotive headlights, Life- cycle tests, Electrical headlight adjusting, Light sources, NI 6008, Xenon, LED, Laser headlights, Adaptive Headlights.

# OBSAH

<b>1</b>	<b>SVĚTELNÉ ZDROJE .....</b>	<b>9</b>
1.1	ŽÁROVKA, HALOGENOVÁ ŽÁROVKA .....	9
1.2	XENONOVÁ VÝBOJKA .....	10
<b>2</b>	<b>DRUHY SVĚTLOMETŮ.....</b>	<b>13</b>
2.1	XENONOVÉ SVĚTLOMETY .....	13
2.2	BI-XENONOVÉ SVĚTLOMETY .....	14
2.3	SVĚTLOMETY S LED DIODAMI .....	16
2.4	LASEROVÉ SVĚTLOMETY .....	17
<b>3</b>	<b>MODERNÍ SYSTÉMY .....</b>	<b>19</b>
3.1	ADAPTIVNÍ SVĚTLOMETY .....	19
3.2	ADAPTIVNÍ SVĚTLOMETY AFL.....	20
3.3	FUNKCE CORNER .....	21
3.4	ASISTENT DÁLKOVÝCH SVĚTEL .....	22
3.5	SYSTÉM NOČNÍHO VIDĚNÍ .....	23
<b>4</b>	<b>SBĚRNICE LIN .....</b>	<b>25</b>
<b>5</b>	<b>TESTOVÁNÍ KOMPONENT SVĚTELNÝCH SYSTÉMŮ.....</b>	<b>27</b>
5.1	ELEKTRODYNAMICKÝ VIBRÁTOR S MOŽNOSTÍ PŘIPOJENÍ KLIMATICKÉ KOMORY.....	27
5.2	ZAŘÍZENÍ NA OVĚŘENÍ MECHANICKÝCH VLASTNOSTÍ MATERIÁLŮ V TAHU A TLAKU.....	28
5.3	TESTY KLIMATICKÉ A VIBRAČNÍ ODOLNOSTI ZKUŠEBNÍ LABORATOŘE ITC.....	29
<b>6</b>	<b>ELEKTRICKÉ NAKLÁPĚNÍ SVĚTLOMETŮ.....</b>	<b>34</b>
<b>7</b>	<b>MULTIFUNKČNÍ KARTA NI 6008 .....</b>	<b>37</b>
<b>8</b>	<b>SYSTÉM PRO MĚŘENÍ ŽIVOTNOSTI .....</b>	<b>40</b>
<b>9</b>	<b>ZPRACOVÁNÍ DAT Z ŽIVOTNOSTNÍCH TESTŮ.....</b>	<b>42</b>
<b>10</b>	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>45</b>
<b>11</b>	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>48</b>
<b>12</b>	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>51</b>

## Seznam použitých zkratk a symbolů

AFL (Adaptive Forward Lightning)	Přizpůsobivé přední světlomety
AI (Analog Input)	Analogový vstup
AO (Analog Output)	Analogový výstup
CAN (Controller Area Network)	Řídicí automobilová sběrnice
DAQ (Data Acquisition)	Sběr dat
ECU (Electronic Control Unit)	Řídicí jednotka
EZÚ	Elektrotechnický zkušební ústav
FlexRay	Typ sběrnice- největší rozsah
Funkce Corner	Zatáčkový asistent
GND (Grounding)	Uzemnění
GPS (Global Positioning System)	Světový navigační systém
HID (High Intensity Discharge)	Vysoce silný výboj
High Beam Assistant	Asistent dálkových světel
HUD (Head Up Display)	Displej na čelním skle
ITC	Institut pro testování a certifikaci
LCD (Liquid Crystal Display)	Obrazovka s tekutými krystaly
LED (Light Emitting Diode)	Světlo emitující dioda
LIN (Local Interconnect Network)	Typ sběrnice- místní propojení sítě
Master node	Nadřazený uzel
Night Vision	Systém nočního vidění
PFI (Programmable Function Input)	Programovatelný vstup
RTOS (Real Time Operating System)	Systém reálného času
Slave node	Podřazený uzel
Task	Úloha
Wi-Fi (Wireless Fidelity)	Bezdrátový přenos dat
$n$	Počet cyklů
$\lambda$ [%]	Intenzita poruch
$\beta, \eta$	Pravděpodobnostní parametry

## Úvod

Přední nebo zadní světla automobilu jsou díky svého specifického tvaru charakteristickým znakem, podle kterého se dá rozeznat jeho značka a mnohdy tím prvním, na čem spočine zrak pozorovatele. Je to jedna z hlavních částí automobilu a to významná jak z funkčního, tak i designového hlediska.

Každým rokem je vyvinuto a zavedeno do výroby mnoho různých vylepšení. Například světla využívající LED diod, nové materiály, optické a světelné zdroje. Integrace těchto elementů samozřejmě vyžaduje nový software k virtuálnímu testování. Testování na základě simulací je v dnešní době velmi rozšířenou metodou. Mnohdy tímto způsobem lze předejít následným problémům s konstrukcí nebo funkcí konceptu a tím i finančním ztrátám spojeným se zbytečnou výrobou.

Během jízdy je nutné, aby vozovka byla osvětlována do vhodné vzdálenosti a řidič měl možnost včas zareagovat. Při jízdě ve městě jsou hodně nebezpečné neosvětlené krajnice a například tmavá místa v prudkých zákrutách. Adaptivní světlomety se dle snímače úhlu natočení volantu dokážou natáčet do zatáček, řídicí jednotka adaptivního světlometu vhodně volí světelný kužel při jízdě na dálnici, ve městě a mezi městy, nebo při spojení se systémem GPS dokáže predikovat situace, které teprve nastanou.

Integrací složité elektroniky do světlometů dochází ke zvyšování bezpečnosti provozu. Elektronika světlometu napomáhá řidiči lépe vidět za zhoršených viditelnostních podmínek, neoslňovat protijedoucí řidiče a předcházet tak nebezpečným situacím.

Součástí vývoje světlometů je i ověření životnosti. V automobilovém průmyslu se provádějí zrychlené životnostní zkoušky, protože není žádoucí na výsledek zkoušky čekat několik měsíců. Cílem je, v krátkém časovém okamžiku zařízení vystavit extrémním podmínkám a zjistit tak jeho životnost. Životností se rozumí například počet cyklů do poruchy nebo maximální teplota při dané zátěži a podmínkách. K testování životnosti jsou zapotřebí odpovídající testovací zařízení. V této bakalářské práci bylo vytvořeno testovací zařízení pro počítání cyklů servomotorku pro nastavení sklonu světlometů.

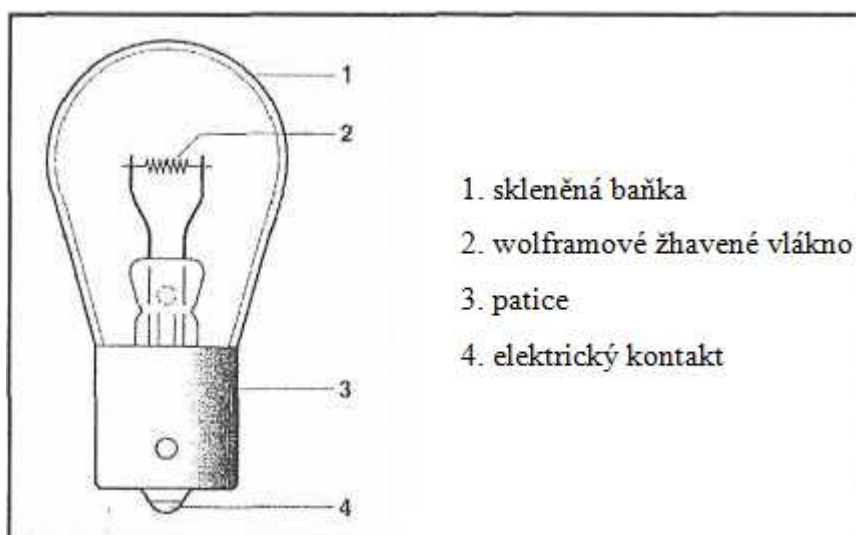


# 1 Světelné zdroje

Osvětlení motorového vozidla se skládá z osvětlení a světelné signalizace. Montuje se do přední části, zezadu a v některých případech i v horní části motorového vozidla. Cílem tohoto systému je zajistit dostatečné osvětlení, aby řidič mohl bezpečně ovládat vozidlo za zhoršené viditelnosti, zvýšení viditelnosti vozidla a zobrazení informací o vozidle. Informace o jeho přítomnosti, poloze, velikosti, směru jízdy včetně záměrů řidiče na změnu směru a rychlosti jízdy.

## 1.1 Žárovka, halogenová žárovka

Světlo vydává rozžhavené wolframové vlákno. Baňka je plněná plynem (argon, dusík, krypton). Nevýhodou je vypařování vlákna a následné černání baňky, které způsobuje snižování svítivosti žárovky.



Obr. 1. Klasická žárovka [fm.tul.cz]

V dnešní době jsou klasické žárovky stále častěji nahrazovány modernějšími typy žárovek, jako halogenové nebo xenonové, které svými kvalitami klasickou žárovku několikanásobně převyšují. Toto se týká spotřeby, optických vlastností, použitých materiálů a tak podobně. Jedná se tedy už o zastaralou technologii vyskytující se spíše ve starších automobilech.



*Obr. 2. Halogenová žárovka [autofashion.cz, 2009]*

Oproti klasické žárovce má halogenová žárovka o 30% větší světelný tok a zhruba dvojnásobnou životnost. Díky vyššímu tlaku plynů je vypařování vlákna minimální a tudíž baňka nečerná. Její svítivost není výrazně ovlivněna a je téměř konstantní. Baňka bývá většinou z tvrdého křemenného skla. Pro svou optimální funkčnost by povrch baňky měl zůstat co nejčistší. Není proto dobré se jej dotýkat holými prsty. V místě dotyku by zůstal pot, po rozsvícení by se dané místo více zahřívalo a mohlo by dojít až k porušení těsnosti baňky.

Podobnost s klasickou žárovkou lze najít v tom, že obě dvě využívají wolframové vlákno. Halogenové žárovky používají tenčí vlákna, která nabízejí jasnější bílé světlo. Baňka žárovky je naplněna plynem s příměsí halových prvků nebo jejich sloučenin, který prodlužuje její životnost.

## **1.2 Xenonová výbojka**

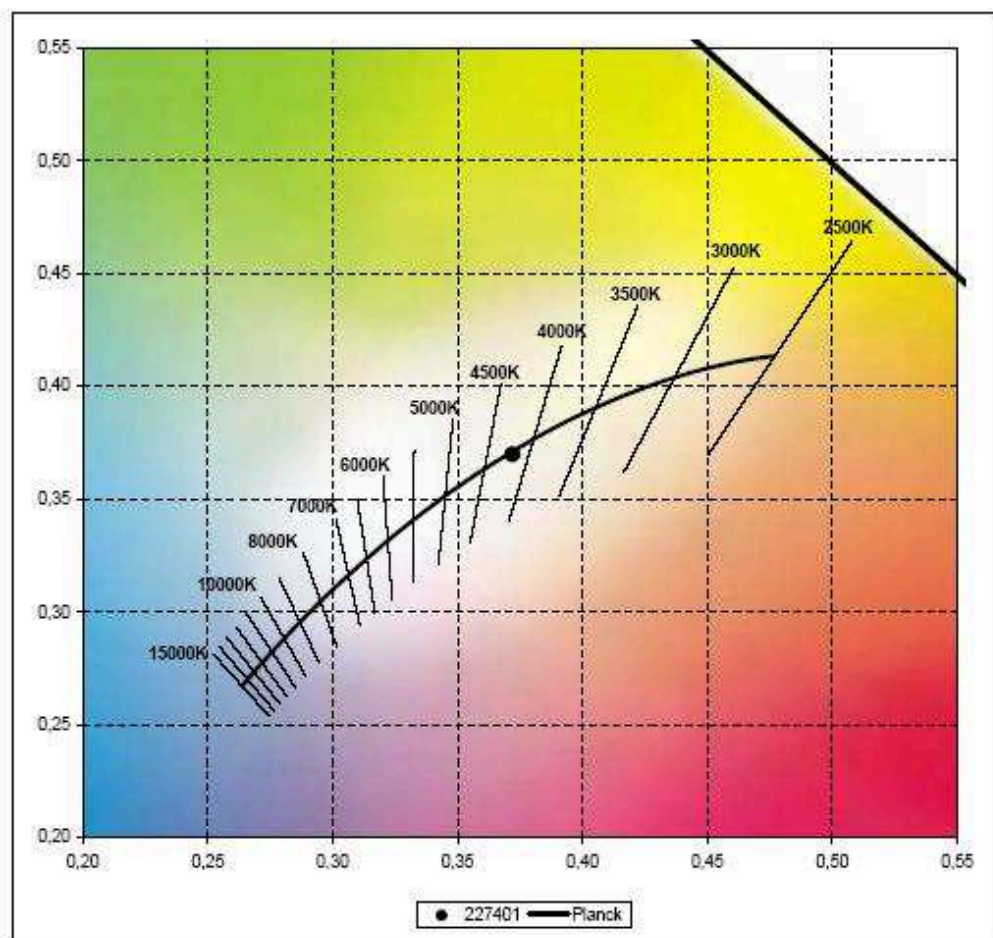
Vznik světla v xenonové výbojce je podmíněn elektrickým výbojem mezi elektrodami. Elektrody jsou umístěny v parách kovů nebo ve zředěném plynu.

Nejžádanější jsou takzvané HID (high intensity discharge- vysoce silný výboj) žárovky. U těchto žárovek nejsou použity vlákna, ale místo toho se používají dvě elektrody v uzavřené, xenonem vyplněné baňce. Největší výhodou těchto žárovek je schopnost generovat až třikrát větší světelný tok oproti halogenové žárovce, navíc při desetinásobné životnosti. Ale HID žárovky nacházejí využití zejména na luxusnějších vozidlech.



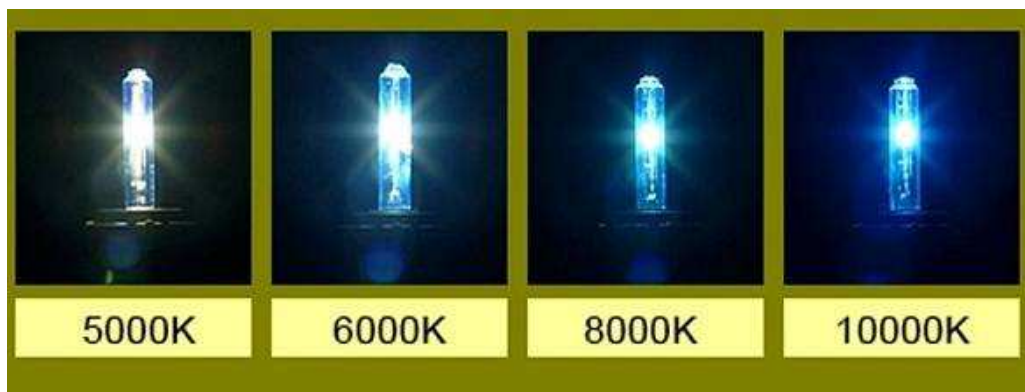
Obr. 3. Xenonová výbojka H<sub>1</sub>-8000K [xenonove-vybojky.cz]

Existují různě silné xenonové výbojky. Dělí se podle teploty chromatičnosti (barevné teploty) udávané v Kelvinech, která charakterizuje spektrum bílého světla.



Obr. 4. Planckův diagram teploty chromatičnosti [ms4.cz]

Barevná teplota udává, jaký odstín má vyzařované bílé světlo. Tato stupnice byla vytvořena, protože subjektivní vnímání barev nelze sjednotit a není dostatečné. Světlo určité teploty chromatičnosti je rovno barvě záření černého zářiče zahřátého na tuto teplotu. Příklad rozpětí barevných teplot a skutečné barvy světla xenonových výbojek je uveden na obr. 5.1



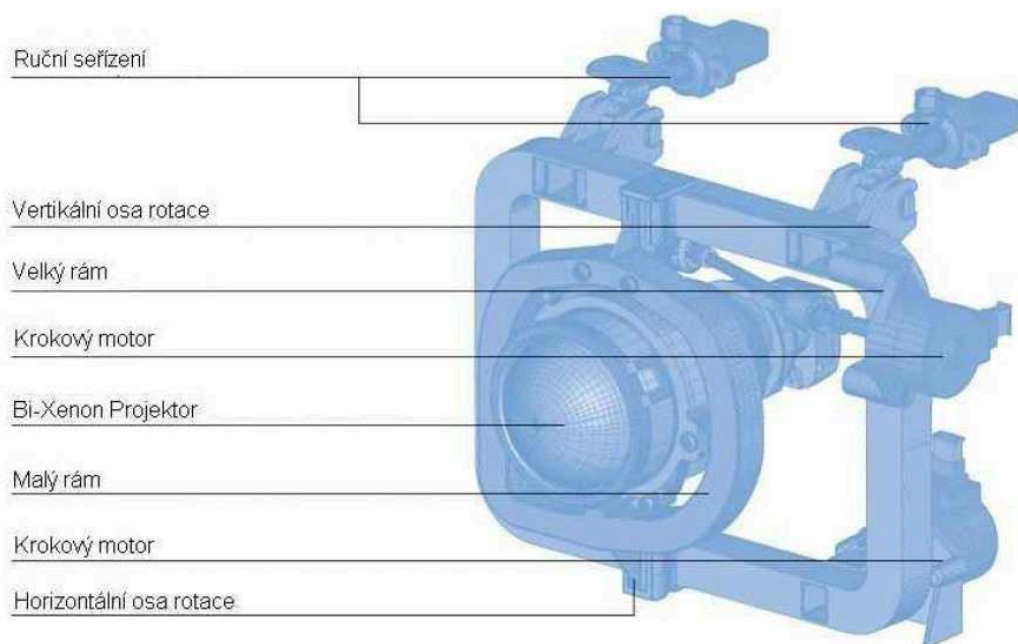
*Obr. 5. Svítivost xenonových světlometů [autodiagnostika-chiptuning.cz]*

Pro srovnání: sluneční světlo má teplotu chromatičnosti okolo 5500 K, proto ho vnímáme jako žluté. Pocit bílého světla lidské oko vnímá pro barevnou teplotu okolo 3500 K. Čím vyšší barevná teplota, tím více je světlo namodralé. U xenonových světlometů je proto klíčové zvolit vhodnou barevnou teplotu, aby byla co nejpříjemnější lidskému oku a co nejvíce připomínala denní světlo. [VLK, 2002]

## 2 Druhy světlometů

### 2.1 Xenonové světlomety

Xenonové světlomety jsou v noci nebo při špatném počasí bezpečnější a navíc mají nižší spotřebu energie oproti konvenčním světlometům. Větší světelný kužel svítící světlem velmi podobným dennímu má velký dosah. Osvětluje perfektně cestu před vozem, což značně přispívá včasné detekci překážky.

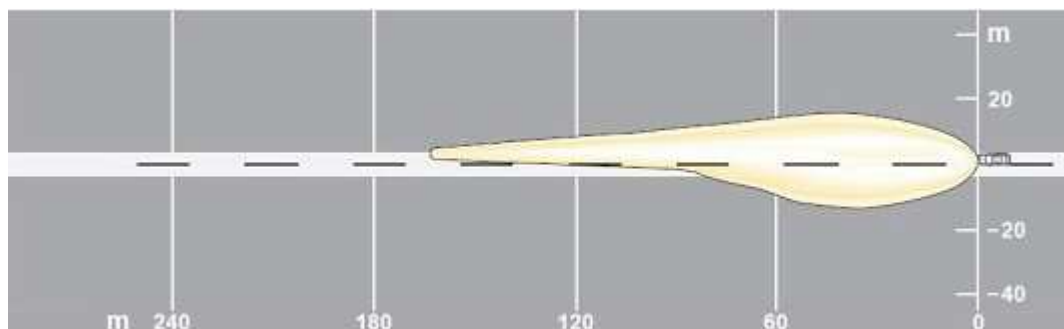


Obr. 6. Konstrukce Bi-xenonového světlometu [ALL IN SERVIS, autodiagnostika-chiptuning.cz]

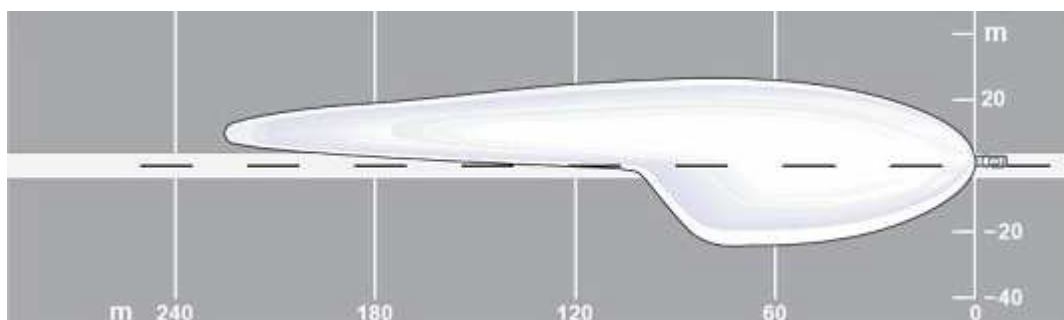
Xenonové světlomety jsou elektronicky řízeny ECU (Electronic Control Unit- řídicí jednotka) světlometů, která se stará o jejich správnou funkčnost, ovládání i o detekci případných problémů. Žárovky xenonových světlometů jsou plněny inertním vzácným plynem, xenonem. Vlivem vysokého napětí až 20 kV dojde k zapálení výboje. Výsledné světlo je potom velmi jasné a výborně slouží k osvětlení cesty.

Bílá barva xenonového světla je zapříčiněná jeho vysokou barevnou teplotou a tím, že jeho spektrum je mnohem bližší dennímu světlu. Jedná se o výhodu, kterou konvenční světlomet nabídnout nemůže. Xenonový světlomet má navíc přibližně dvakrát vyšší svítivost než halogenový, a proto je šetrnější jak k očím řidiče, tak zejména k očím protijedoucích řidičů.

Při použití xenonových světlometů je povinností mít ve výbavě zároveň ošťikovače světlometů a systém automatické regulace dosahu světlometů.



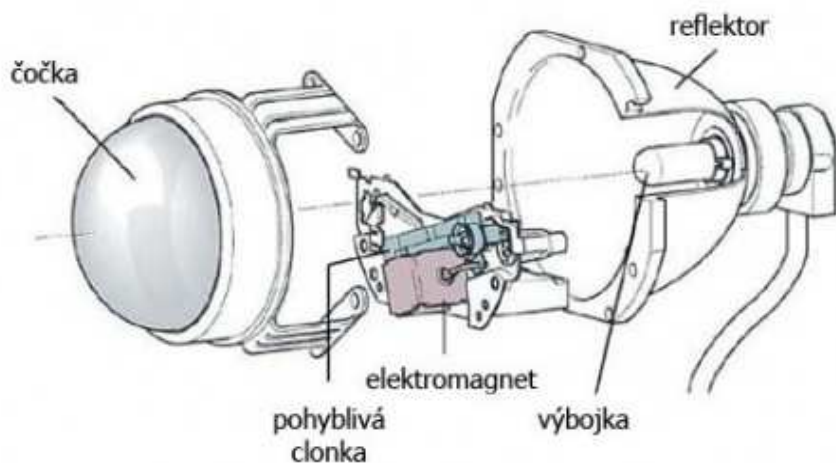
Obr. 7. Světelný kužel halogenového světlometu [cs.autolexicon.net]



Obr. 8. Světelný kužel xenonového světlometu [cs.autolexicon.net]

## 2.2 Bi-xenonové světlometry

Bi-xenonové světlometry sdružují do jednoho světlometu tlumené a dálkové světlo. Zdrojem světla tohoto světlometu je výbojka. Nevýhodou je časová prodleva při rozsvícení. Přepínání tlumených a dálkových světel je realizováno pomocí clonky ovládané elektromagnetem. Elektrický výboj svítí neustále, ale dochází pouze k posouvání clonky. Tímto se šetří i životnost výbojky a je tak oproštěna od klasického neustálého vypínání a zapínání.



Obr. 9. Schéma Bi-xenonového modulu [SAJDL, autolexicon.net]

Bi-xenonovým světlometem nové generace je vertikálně i horizontálně natáčecí bi-xenonový modul. Krokovými motorky řízenými z řídicí jednotky světlometů se nastaví parametry světlometu tak, aby co nejlépe odpovídaly aktuální jízdní situaci.



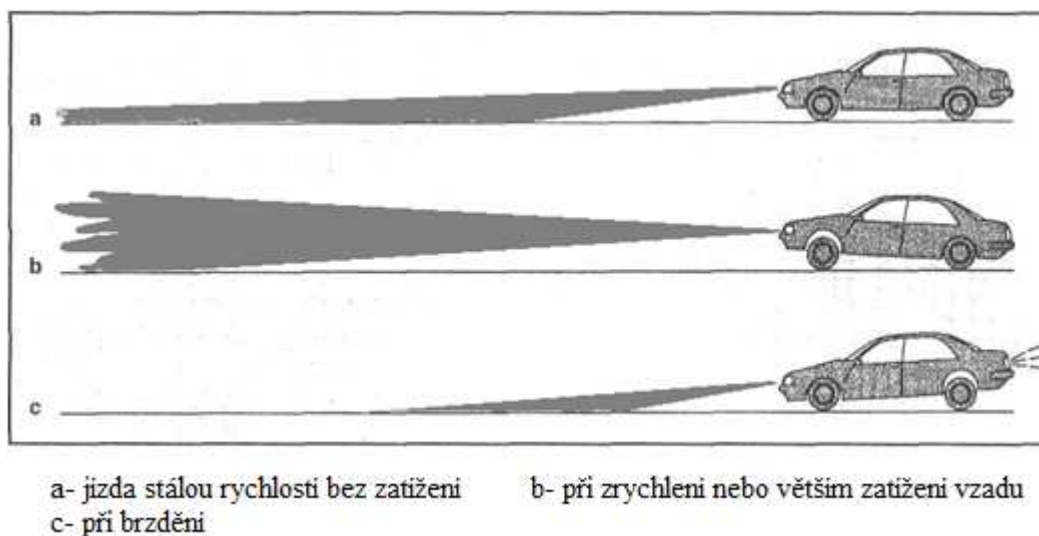
*Obr. 10. Bi-xenonový modul [SAJDL, autolexicon.net]*

Senzory sledují rychlost jízdy a natočení kol. V momentě kdy vůz vjíždí do zatáčky, dojde k aktivaci servomotorku, který natočí světlometry až o 15 stupňů. Rychlost otáčení reaguje také na rychlost jízdy. Čím rychleji automobil jede, tím rychleji se světlomet natočí požadovaným směrem. Díky natáčení je vozovka osvětlena mnohem lépe, než při použití statických, pevně fixovaných světlometů.



### Automatická regulace dosahu světlometů

Automatická regulace dosahu (sklonu) světlometů zabezpečuje dobrý dohled i při zatížení vozidla, přičemž nedochází k oslňování protijedoucích řidičů. Regulace může být ruční nebo automatická.



Obr. 11. Regulace dosahu světlometů [SAJDL, autolexicon.net]

Ruční regulaci (statický systém) obstarává řidič sám. Na palubní desce si manuálně navolí potenciometrem sklon světlometů. Toto nastavení může být značně subjektivní a nemusí být nejvhodnější. Nejlepší je proto nastavení sklonu světlometů ponechat na dynamický (elektronický, samočinný) systém pokud je ve vozidle instalován. Dynamický systém dokáže v čase proměnlivě vhodně reagovat a měnit úhel sklonu světlometů v závislosti na zatížení a zrychlení vozidla. [SAJDL, autolexicon.net]

### 2.3 Světlomety s LED diodami

LED dioda (LED- Light Emitting Diode- světlo emitující dioda) je polovodičovým zdrojem světla. Kdysi se používaly k indikaci nebo ke kontrole, ale dnes již LED diody nacházejí využití v mnoha zařízeních, mimo jiné i ve světlometech nejnovějších automobilů. Největší výhodou tohoto světelného zdroje je jeho nízká spotřeba a vysoká svítivost. Což při využití například u elektromobilu může znamenat značnou úsporu energie a tím i větší dojezd.





*Obr. 12. Audi LED světla pro denní svícení [news.taume.com, 2011]*

Vysoce svítivé diody se nejprve používaly v koncových a brzdových světlech. V některých vozech Audi už jsou super svítivé diody použity i v předních světlometech. LED diody mají také velmi nízkou dobu odezvy. Náběh takovýchto světlometů je proto téměř okamžitý bez prodlevy.

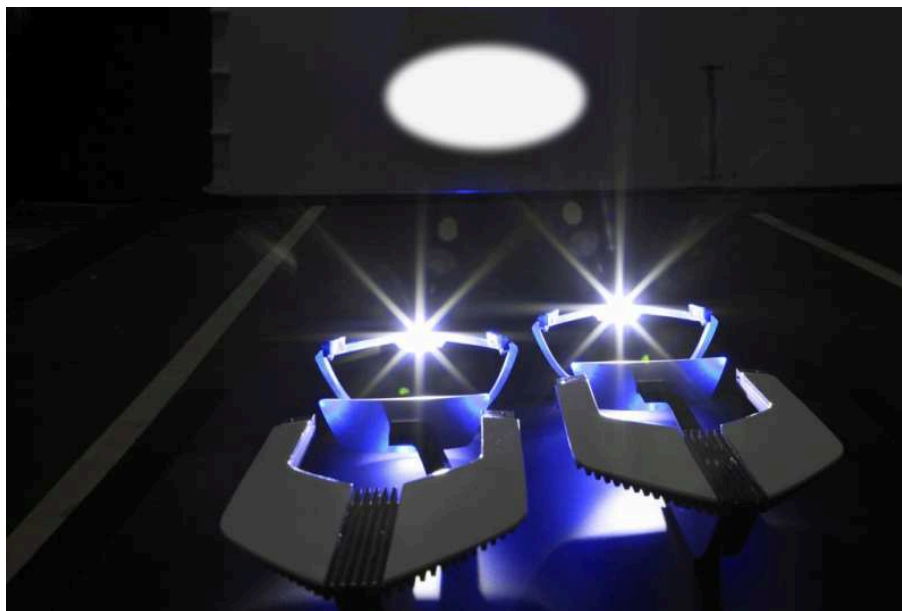
## **2.4 Laserové světlomety**

Automobilka BMW plánuje uvést na trh laserové světlomety na přelomu let 2013 a 2014. Laserové světlomety mají být poprvé použity v hybridním sportovním voze BMW i8.



*Obr. 13. Detail laserového světlometu BMW i8 [ANDREJČÁK, auto.pravda.sk]*

Hlavním konstrukčním prvkem jsou laserové diody, které jsou tenké 10 mikrometrů, tj. asi stokrát méně než LED diody. Dnešní světlomety jsou díky rozměrným lampám velké a příd' vozu jim musí být přizpůsobena. Laserový světlomet bude mnohem menší a méně hluboký, což sníží nároky na prostor a umožní změnu designu přední části vozidla.



*Obr. 14. Detail laserového paprsku [milujurizeni.cz, 2011]*

Výhodou laserové technologie oproti LED diodám je zejména jejich účinnost. Účinnost LED diod je 100 lumenů na watt, zatímco u laseru je to až 170 lumenů na watt, což znamená až o polovinu nižší spotřebu elektrické energie ve prospěch laseru.



*Obr. 15. Detail konceptu laserového světlometu [milujurizeni.cz, 2011]*

Soustředěný paprsek monochromatického světla (tj. světlo tvořené jednou vlnovou délkou-jedinou barvou), září s intenzitou až tisíckrát vyšší než LED dioda. Avšak tato vlastnost není žádoucí pro zrak protijedoucích řidičů. Proto bude původně modrý, laserový paprsek procházet fluorescenční vrstvou na bázi fosforu, která paprsek usměrní, zajistí požadovaný tvar světelného kužele a změní jeho barvu na bílou.

## 3 Moderní systémy

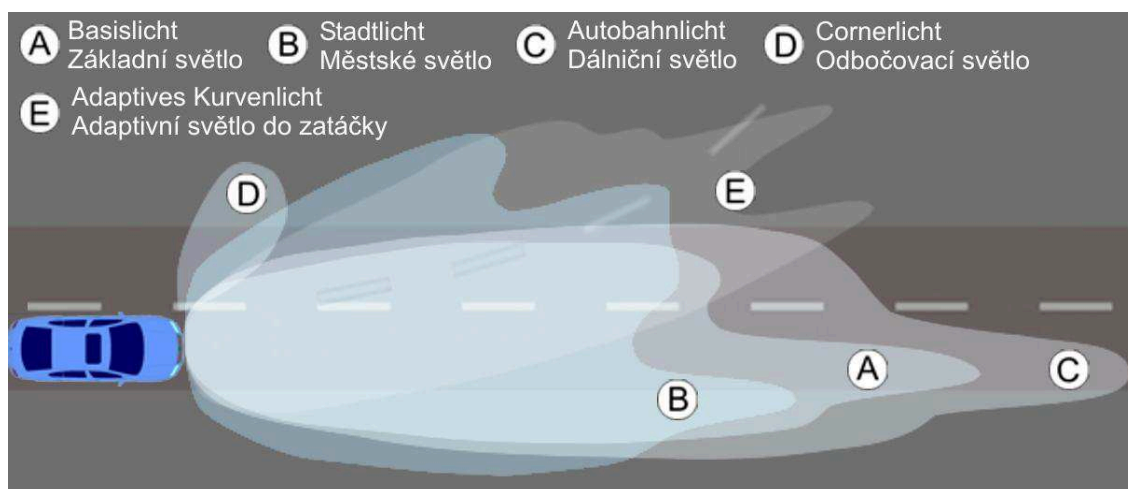
### 3.1 Adaptivní světlomety

Adaptivní světlomety jsou žádané pro svou schopnost přizpůsobit se aktuálním podmínkám. ECU světlometů dokáže sama přepínat mezi tlumenými, dálkovými světlomety a eventuálně rozhodovat o využití funkce Corner (zatáčkový asistent). Řídicí jednotka, která rozhoduje na základě dat ostatních ECU. Jedná se tedy o spolupráci více jednotek.



Obr. 16. Adaptivní světlomety- druhy světla [fm.tul.cz]

Díky tomuto automatickému přepínání světlometů má řidič poté větší pohodlí, protože vše za něj obstarává elektronika. Jejich využití je také výhodné z hlediska bezpečnosti. Dokáží nasvítit vozovku a její okolí tak, aby řidič měl co největší přehled a viděl překážku včas.

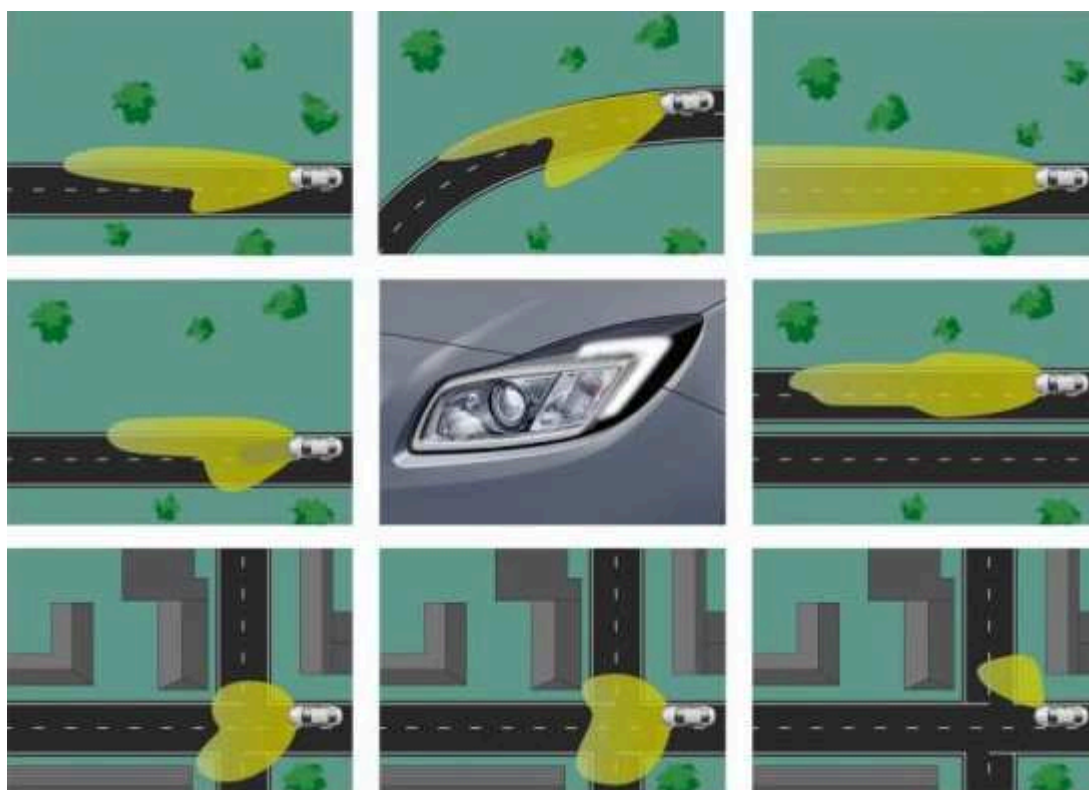


Obr. 17. Adaptivní světlomety- světelné kužely [fm.tul.cz]

Činnost ECU adaptivního světlometu vychází z parametrů jako je rychlost, osvětlení vozovky, údaje navigačního systému, úhel natočení volantu a počasí. Je-li například špatná viditelnost, jednotka zareaguje včasným zapnutím mlhových světel atp.

### 3.2 Adaptivní světlomety AFL

Velké procento nehod se stane kvůli špatnému osvětlení. Toto nutí výrobce automobilových světlometů k neustálému vylepšování. Jedním z nejmodernějších systémů používaných ve světlometech je systém AFL (Adaptive Forward Lighting- adaptivní přední světlomety). Cílem je řidiči připravit takové osvětlení, které zlepší jeho výhled a tím i bezpečnost jízdy. Průkopníkem tohoto systému je značka Opel. Světlomet nové generace mění své vlastnosti dle toho, kde se vůz nachází a dokáže se přizpůsobit jízdě na dálnici, ve městě i klimatickým podmínkám.



Obr. 18. AFL světlomety automobilu Opel Insignia [vybermiauto.cz, 2010]

Při jízdě na dálnici je nutné, aby vozovka byla osvětlována do vhodné vzdálenosti a řidič měl možnost včas zareagovat. Naopak při jízdě ve městě jsou hodně nebezpečné neosvětlené krajnice a například tmavá místa v prudkých zákrutách. Adaptivní světlomety se systémem AFL se natáčejí dle snímače úhlu natočení volantu a eliminují tak co nejvíce tmavá místa, kde by řidič bez tohoto systému vůbec neviděl.



Plánuje se i komunikace systému AFL se systémem GPS (Global Positioning System- světový navigační systém). Světlomety by tak mohly být dopředu připraveny a ještě rychleji reagovat na charakter silnice.



Obr. 19. Průjezd zatáčkou- běžné světlomety [auto.cz, 2011]

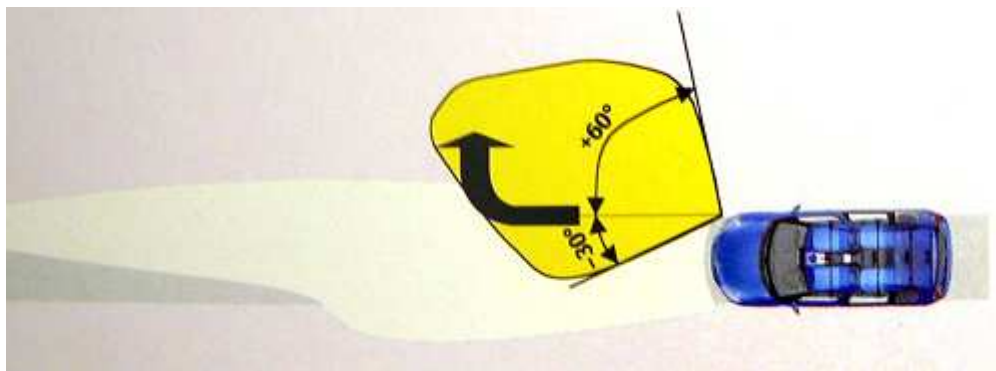


Obr. 20. Průjezd zatáčkou- světlomety Opel AFS [auto.cz, 2011]

Například při sněžení nebo mlze je řidič rušen nepříjemnými odrazy od lesklé vozovky. Světlomety dokáží snížit intenzitu středové části světlometu a zvýraznit krajnice silnice. Díky tomu se minimalizuje oslnění samotného řidiče i protijedoucích řidičů.

### 3.3 Funkce Corner

Funguje pouze do rychlosti 30 km/h. Při splnění této podmínky dojde k rozsvícení přídatného světla na tu stranu, kde se automobil chystá momentálně odbočit. Funkci přídatného světlometu plní většinou mlhové světlomety.



Obr. 21. Světelné kužely funkce Corner [SAJDL, autolexicon.net]

Jede-li tedy automobil rychlostí menší než 30 km/h a jeho řidič zapne pravou směrovku, dochází k postupnému náběhu a rozsvěcování pravého mlhového světlometu. Po dokončení odbočovacího manévru se světlo vypne.



Obr. 22. Světlomet vozu Škoda Octavia II s funkcí Corner

### 3.4 Asistent dálkových světel

Asistent dálkových světel neboli High-Beam Assistant byl vyvinut na základě výzkumu, který prokázal, že dálková světla by měla být používána při různých situacích na silnici o 75% více, než jsou doposud. Dále bylo prokázáno, že řidiči ve většině případů nestihnou dálková světla včas ztlumit a tím oslňují ostatní účastníky silničního provozu.



Obr. 23. Kamera asistentu dálkových světel [SAJDL, [autolexicon.net](http://autolexicon.net)]

Systém využívá kameru citlivou na světlo. Kamera je umístěna ve zpětném zrcátku a vyhledává světelné zdroje až do vzdálenosti 1000 metrů před sebou. Systém se aktivuje otočením páčky dálkových světel do automatické polohy. Funkčnost systému je signalizována kontrolkou na palubní desce. [carpages.co.uk, 2005]

### 3.5 Systém nočního vidění

Tento systém byl uveden na trh firmou BMW. Systém nočního vidění (Night Vision) umožňuje za zhoršené viditelnosti i v noci vidět objekty daleko dříve než lidské oko. Jízda s tímto systémem je bezpečnější, protože řidič by daný objekt buď neviděl vůbec, anebo by už bylo pozdě na včasnou reakci.



Obr. 24. Noční vidění [SAJDL, [Autolexicon.net](http://Autolexicon.net)]

Night Vision snímá prostor před vozidlem do vzdálenosti 300 m a vše zobrazuje na barevném LCD (Liquid Crystal Display) displeji. Tři procesory počítají současně pohyb osob a vyhodnocují, zda by mohlo dojít ke kolizi. Pokud ano u BMW je tato informace zobrazena na

HUD (Head Up Display- displej na čelním skle) displeji. Snímání je zajištěno termo-kamerou citlivou na vyzařované teplo, která bývá umístěna v přední masce vozidla.

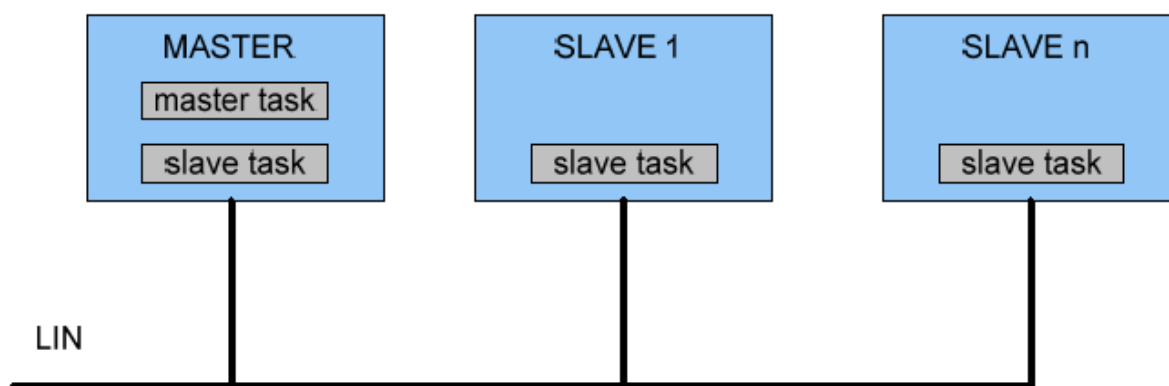


*Obr. 25. Umístění kamery nočního vidění na vozidle [technoflame.com, 2009]*



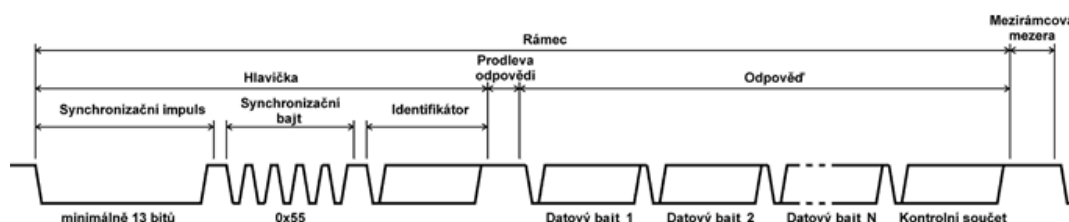
## 4 Sběrnice LIN

Protokol LIN (Local Interconnect Network- místní propojovací protokol) je sériový komunikační protokol podporující ovládání mechatrických uzlů. Je proto ideální pro použití v automobilovém průmyslu. Zařízení jsou připojeny jedno - vodičově. Architektura sběrnice se skládá z jednoho Master uzlu (nadřazený uzel) a z několika Slave uzlů (podřazený uzel). Sběrnice LIN je Slave systémem CANu (Controller Area Network- řídicí automobilová sběrnice). CAN je nadřazený Master systém, který kontroluje a ovládá LIN sběrnici, která má menší rozsah.



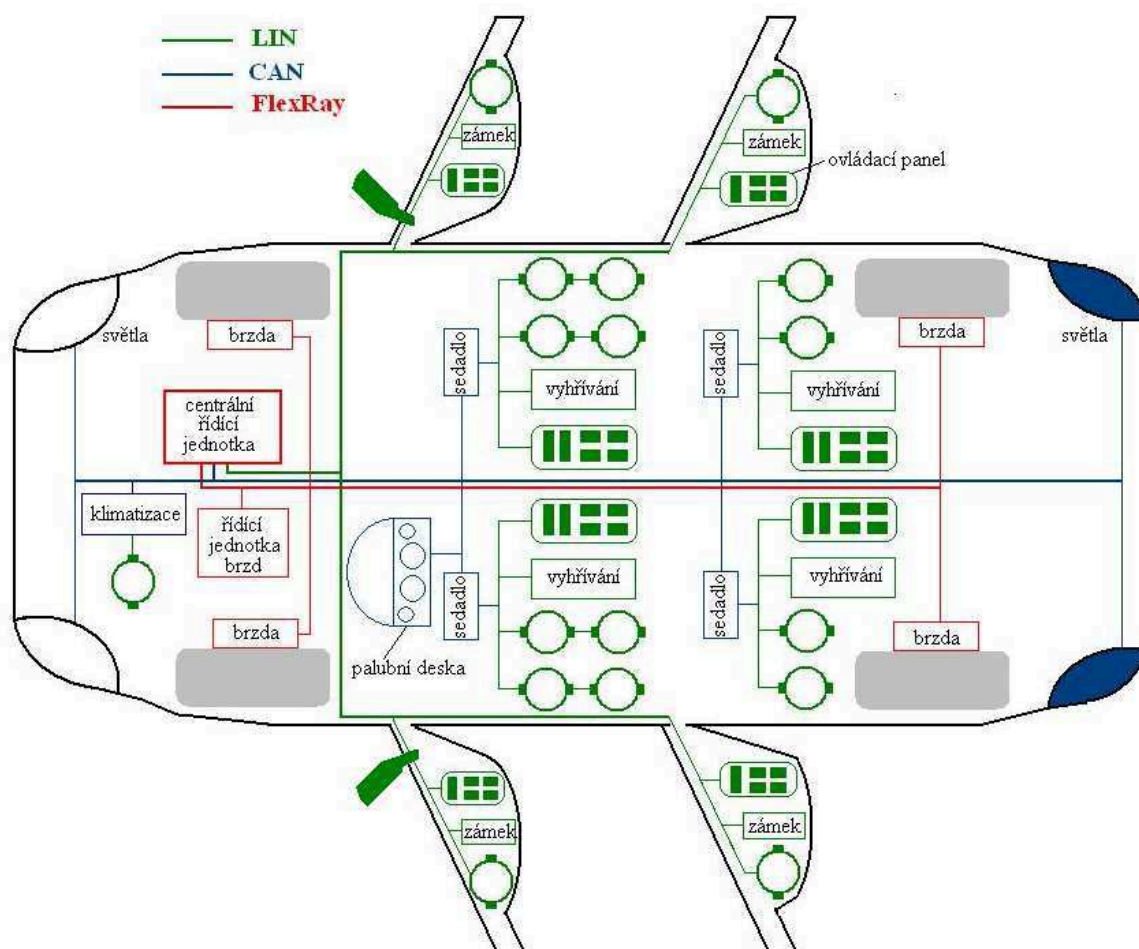
Obr. 26. Struktura sběrnice LIN [SUTORÝ, elektrevue.cz]

Největší výhodou LINu je, že má nízkou pořizovací cenu, je jednoduchý a přitom má jen o něco nižší rozsah než CAN. Cena LINu je 2 až 3 krát nižší oproti CANu. Takže tam, kde nemusí být nutně použit CAN je vhodnější a postačující použít LIN, který má rychlost až 20 kbit/s.



Obr. 27. Formát rámce zprávy LINu [SUTORÝ, elektrevue.cz]

LIN se využívá v automobilovém průmyslu především pro ovládání klimatizace, stěračů, osvětlení, zámků na dveřích a střešního okna, polohování sedadel, zrcátek anebo pro stahování oken. LIN zde zajišťuje propojení čidel, indikátorů a akčních členů. Řídicí jednotky jsou poté napojeny na řídicí síť automobilu, kde jsou dobře přístupné pro využití při servisních pracích.



Obr. 28. *Architektura sběrnice LIN automobilu [lin-subbus.org]*

Poprvé byla sběrnice LIN vytvořena v červenci 1999 LIN Konsorciem. To je firma zabývající se výrobou automobilových dílů a výrobou elektroniky. V roce 1999 ještě LIN v automobilech nasazen nebyl. Stalo se tomu až v roce 2001. Na internetových stránkách LIN Konsorcia lze zjistit aktuální informace a další zajímavosti týkající se sběrnice LIN. [eetasia.com]

## 5 Testování komponent světelných systémů

### 5.1 Elektrodynamický vibrátor s možností připojení klimatické komory

Klimatickou komoru je možno nasunout na vibrační stolicí. Takto se dají provádět i kombinované klimatické a mechanické zkoušky.



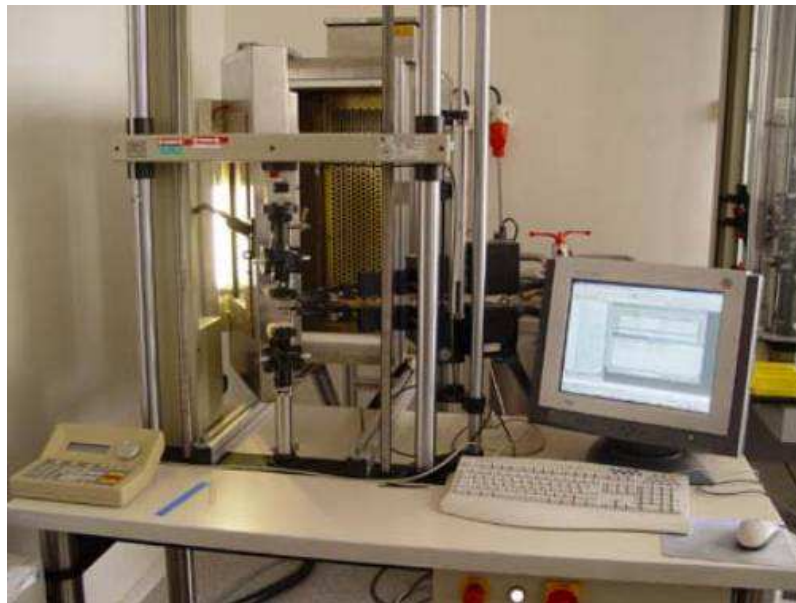
Obr. 29. Klimatická komora a vibrační stoličce v popředí [ezu.cz]

Elektrodynamickým vibrátorem s možností připojení klimatické komory lze nalézt mechanické rezonance vzorku. Zařízení umožňuje simulovat různé podmínky vlhkosti (včetně slané prostředí) a teploty okolí. Tímto se ověří odolnost na dané druhy mechanického namáhání.

Tab. 1 Parametry klimatické komory

<b>Kmitočet</b>	DC - 3000 Hz
<b>Zrychlení</b>	0,1 - 75 G
<b>Max. hmotnost vzorku</b>	160 kg
<b>Objem klimat. komory</b>	670 l
<b>Rozsah relativní vlhkosti</b>	10 až 95 %
<b>Teplotní rozsah komory</b>	-70°C až +180 °C

## 5.2 Zařízení na ověření mechanických vlastností materiálů v tahu a tlaku



*Obr. 30. Zařízení na ověření mechanických vlastností materiálů v tahu a tlaku, za tepla a mrazu [ezu.cz]*

Zařízení na ověření mechanických vlastností materiálů v tahu a tlaku, za tepla a mrazu umožňuje měření materiálů a jejich mechanických vlastností. Například mez kluzu, pevnost v tahu a ohybu. Tyto vlastnosti jsou klíčové pro běžný provoz a mechanické namáhání součástek. Jak vyplývá už z názvu zařízení, lze jej použít k měření při různých teplotních podmínkách. Za chladu, mrazu nebo při vysoké teplotě.

Zařízení měří sílu potřebnou k deformaci. Při měření je průběh řízen počítačem a hodnoty působících sil a veličin jsou zaznamenávány do grafu tak dlouho, dokud nedojde k deformaci nebo úplnému zničení vzorku. [ezu.cz]

*Tab. 2 Parametry zařízení na ověření mechanických vlastností materiálů v tahu a tlaku za tepla, mrazu*

<b>Rozsah teplot</b>	- 40 °C až + 250 °C
<b>Pracovní prostory komory</b>	320 x 250 x 650 mm
<b>Pracovní prostory komory</b>	1350 x 425 mm
<b>Maximální síla</b>	5 kN
<b>Zkušební rychlost</b>	0,001 až 2000 mm/s

### 5.3 Testy klimatické a vibrační odolnosti zkušební laboratoře ITC

Institut pro testování a certifikaci (ITC) je firmou zabývající se testováním, mimo jiné i dílů pro automobilový průmysl. V této firmě mají dle jiných laboratoří i fyzikální laboratoř, kde se testují i světlomety. Kvůli rozvoji automobilového průmyslu byly ve zkušebně zavedeny stovky unikátních testů dle koncernových norem.

#### Vysoká a nízká teplota, teplotní změny

Zpravidla se realizuje v rozmezí  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  až  $+150\text{ }^{\circ}\text{C}$  v teplotní komoře. V těchto komorách jsou průchody pro datové a napájecí kabely. Komory bývají opatřeny průzory pro případnou kontrolu během testu. Pro teplotní změny je stanovena rychlost změny teploty. Zpravidla bývá  $1$  až  $3\text{ }^{\circ}\text{C}$  za minutu.



Obr. 31. Vysoká a nízká teplota, teplotní změny [BOHATOVÁ, 2011]

#### Teplotní šoky

Zpravidla se realizují v rozmezí  $-40$  až  $+150\text{ }^{\circ}\text{C}$  v šokové komoře. Během 10 až 30 sekund jsou zkoušené vzorky automaticky přemísťovány z části komory s nízkou teplotou do části s vysokou teplotou a naopak. Nastavuje se počet teplotních šoků a výdrž na jedné teplotě.



*Obr. 32. Teplotní šoky [BOHATOVÁ, 2011]*

### **Vlhko konstantní a cyklické**

Zkoušky jsou prováděny v klimatických komorách. Při konstantním vlhku se udržuje vysoká relativní vlhkost na jedné hodnotě teploty. Naopak při cyklickém vlhku se mění teplota a vlhkost dle požadovaných parametrů. Po zkoušce vlhkem se měří elektrická pevnost na průrazné napětí a izolační odpor.



*Obr. 33. Vlhko konstantní a cyklické [BOHATOVÁ, 2011]*

### **Slaná mlha**

Touto zkouškou se ověří izolační schopnosti konektorů a kvalita povrchových hran. Dochází k rozprašování solného roztoku tryskou. V průběhu testu se měří množství spadu. Využívá se speciální komora pro solnou mlhu.



*Obr. 34. Slaná mlha [BOHATOVÁ, 2011]*

### **Sinusové vibrace**

Na obrázku 33 je znázorněn způsob uchycení zkoušeného vzorku na vibračním zařízení.



*Obr. 35. Sinusové vibrace [BOHATOVÁ, 2011]*

### **Náhodné vibrace**

Velikost vibrací je dána spektrální hustotou. Provádí se v daném kmitočtovém pásmu pomocí širokopásmového spektra (šumu).





Obr. 36. Náhodné vibrace [BOHATOVÁ, 2011]

### Mechanické rázy

Provádí se pro stanovený tvar rázu. Tvar rázu bývá půl sinusový a má stanovenou šířku v ms. Rázy se provádějí v obou směrech.



Obr. 37. Mechanické rázy [BOHATOVÁ, 2011]

### Kombinované prostředí vibrace a klimata

U kombinovaných zkoušek se provádějí zároveň zkoušky náhodné a vibrační. Tato zkouška vyžaduje speciální kombinaci klimatické komory a vibračního zařízení. Komora je nasunuta na vibrační zařízení shora. Na dně komory je umístěn izolovaný průchod.





*Obr. 38. Měřicí karta napojená na PC [BOHATOVÁ, 2011]*

### **Monitorování testovaných vzorků**

Provádění zkoušek je podmíněno požadavkem na určitý provozní režim testovaných vzorků. Proto je laboratoř vybavena zařízením na měření parametrů vzorků. Měří se více vzorků najednou. Zařízení proto musí být schopno toto zvládnout pomocí multiplexeru. Používají se multifunkční měřicí karty s vestavěným multiplexerem. Měřicí karta je připojena k počítači, na kterém je nainstalován příslušný ovládací software. [BOHATOVÁ, 2011]

## 6 Elektrické naklápění světlometů

Statické elektrické naklápění světlometů je realizováno servomotorkem Hella typ 6Y0 941 295 (viz obr. 39). Tento typ je použit například ve voze Škoda Fabia.

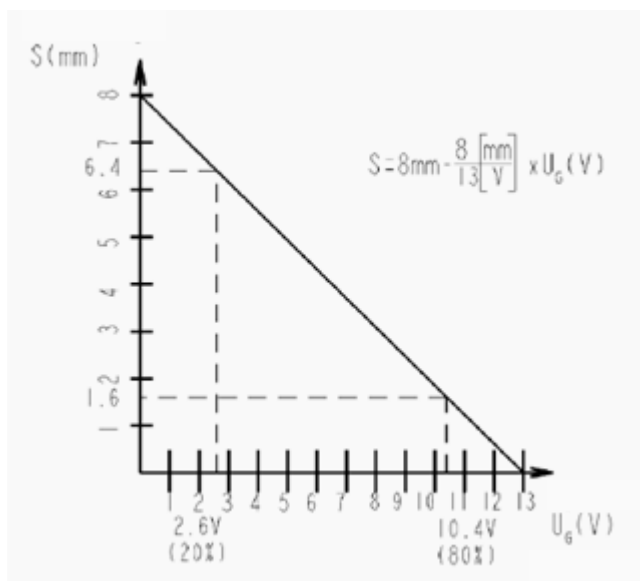


Obr. 39. Servomotorek Hella typ 6Y0 941 295

Samotný mechanismus naklápění se skládá z plošného spoje, motorku a šnekového soukolí s ozubenými koly, které je umístěno ve spodní části pouzdra. Velké ozubené kolo je uvnitř opatřeno závitem, kterým otáčí menší, spodní ozubené kolo. Samotný stejnosměrný motorek poté otáčí celým mechanismem a tím zasouvá nebo vysouvá hřídel zakončenou kuličkou pro upevnění ke světlometu.

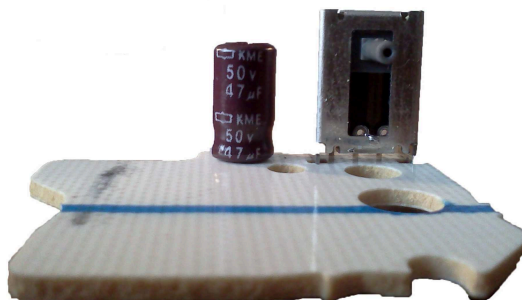


Obr. 40. Šnekové soukolí a servomotorek



Obr. 41. Charakteristika servomotorku [Hella]

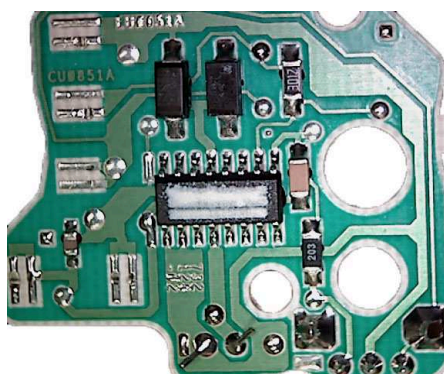
Na plošném spoji se zespodu (viz obr. 42) nachází potenciometr s jezdcem, který se upevňuje na hřídel a dle jejího pohybu mění svůj odpor. Dle vztahu na obr. 41 se vypočítává posun hřídelky servomotorku. Maximální zdvih činí 8 mm.



Obr. 42. Plošný spoj zespodu

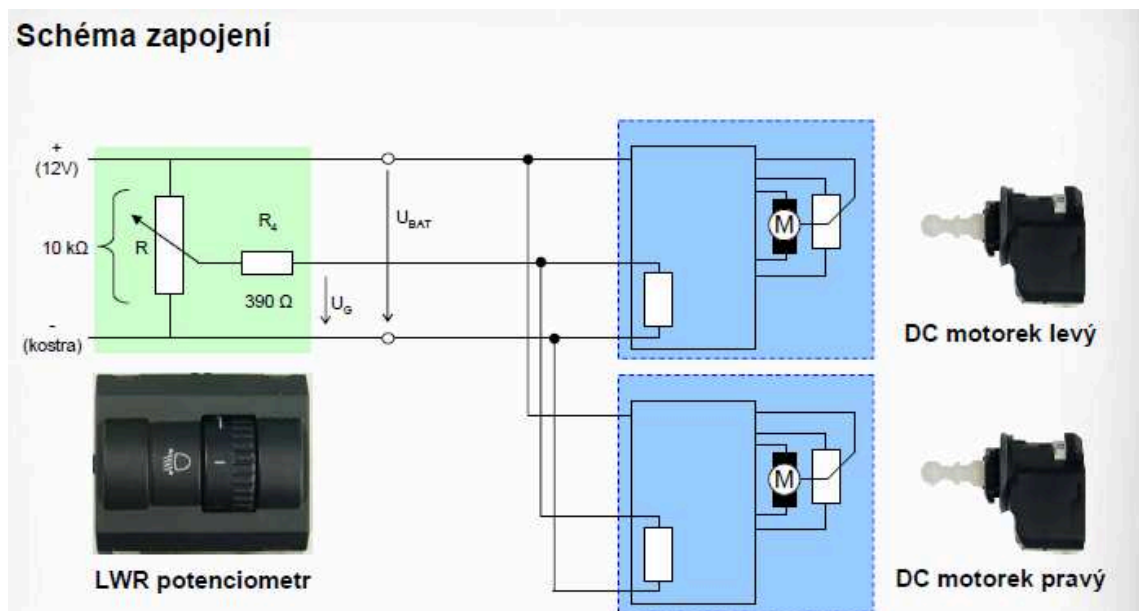
Motorek má 3 konektory označené 56b, G a 31:

56b - plus (12 V), G- potenciometr (1 - 12 V), 31 - mínus (ukostření)



Obr. 43. Plošný spoj servomotorku

Vysunutí, zasunutí a rychlost pohybu motorku se řídí rozdílovým napětím. Rozdílové napětí určuje komparátor, který porovnává přivedené napětí a napájecí napětí. Čím větší je rozdíl těchto napětí, tím rychleji se hřídelka pohybuje.



Obr. 44. Schéma zapojení servomotorku do elektrické sítě automobilu

Schéma zapojení motorku do elektrické sítě automobilu je uvedeno na obr. 44. Motorek je ve vozidle napájen napětím palubní sítě o velikosti 12 V. V tomto měření je k napájení použit transformátor, který usměrňuje střídavé napětí 220 V na napětí o nižší hodnotě. Na transformátoru je možno měnit napájecí napětí potenciometrem v rozsahu od -16 V do 16 V. Pro napájení motorku je použito konstantní napětí 12 V. Motorek řídí multifunkční karta NI 6008, která je řízena programem vytvořeným v softwaru Labview.

Změnou napětí na potenciometru dochází k vyjždění a zajíždění mechanismu. Při 5 V je motorek ve střední poloze. Zvyšováním napětí do 12 V motorek vyjždí do své maximální polohy. Snižováním napětí až do 1 V dojde do své minimální polohy. Čím větší změna napětí se přivede na potenciometr, tím rychleji se motorek pohybuje. V automobilu má řidič možnost měnit sklon světlometů LWR potenciometrem (viz obr. 44), který má většinou 4 polohy (0, 1, 2 a 3) pro skokovou změnu sklonu světlometů.

## 7 Multifunkční karta NI 6008

Měřicí multifunkční karta NI 6008 je výrobkem firmy National Instruments, který se využívá pro řízení a DAQ (Data Acquisition - sběr dat). Zapojuje se do USB portu počítače, kterým je také napájena a proto nepotřebuje externí napájení.



Obr. 45. Měřicí karta NI 6008

Karta slouží k měření nebo generování signálů. Zapojením do počítače spolu s vhodným programovacím prostředím kartu promění v celou řadu měřících přístrojů (osciloskopy, multimetry, zesilovače).

### Kompatibilita se softwarem:

ANSI C/C++, Labview, Labview SignalExpress, LabWindows/CVI, Measurement Studio.

Karta podporuje USB rozhraní až do verze 2.0. Při využití USB 3.0 karta bude fungovat, ale komunikace bude probíhat pouze maximální rychlostí typickou pro USB 2.0.

Zdrojový kód pro řízení servomotorku je programován v prostředí Labview. V programu Labview je možno kartou měřit a generovat signály až po nainstalování přídatných ovladačů DAQmx. Tyto ovladače nejsou součástí čisté instalace Labview. Nejprve je nutno ovladače nainstalovat buď z příloženého CD nebo stáhnout z internetových stránek výrobce [www.ni.com](http://www.ni.com). Po instalaci můžeme kartu již programovat v Labview funkčními bloky pod záložkou measurement I/O.

Tab. 3 Popis pinů karty NI 6008

Signál	Reference	Směr	Popis
GND	-	-	<b>Uzemnění (grounding)</b> - referenční bod pro AI zapojené na společnou zem (RSE), pro vyrovnávací proudy při diferenciálním zapojení AI, pro AO kanály, digitální linky a pro napětí + 5V DC a + 2.5 V DC.
AI <0..7>	Různé	Vstup	<b>Analogové vstupy 0 až 7</b> - při zapojení RSE tvoří každá svorka individuální kanál. Při diferenciálním zapojení se kladný pól kanálu 0 připojuje na svorku AI 0 a záporný pól na AI 4. Analogicky pak <AI 1, AI 5>, <AI 2, AI 6> a <AI 3, AI 7>.
AO 0	GND	Výstup	<b>Analogový výstup 0</b> - napětí.
AO 1	GND	Výstup	<b>Analogový výstup 1</b> - napětí.
P1.<0..3> P0.<0..7>	GND	Vstup nebo výstup	<b>Digitální I/O linky</b> - každou linku zvlášť lze programově nastavit jako vstup nebo výstup.
+ 2.5 V	GND	Výstup	<b>+ 2,5 V DC</b> - referenční zdroj napětí, max. 1 mA.
+ 5V	GND	Výstup	<b>+ 5 V DC</b> - zdroj napětí + 5 V, max. proud 200 mA.
PFI 0	GND	Vstup	Svorka <b>PFI 0</b> je programově nastavitelná pro digitální trigger nebo pro čítání hran.

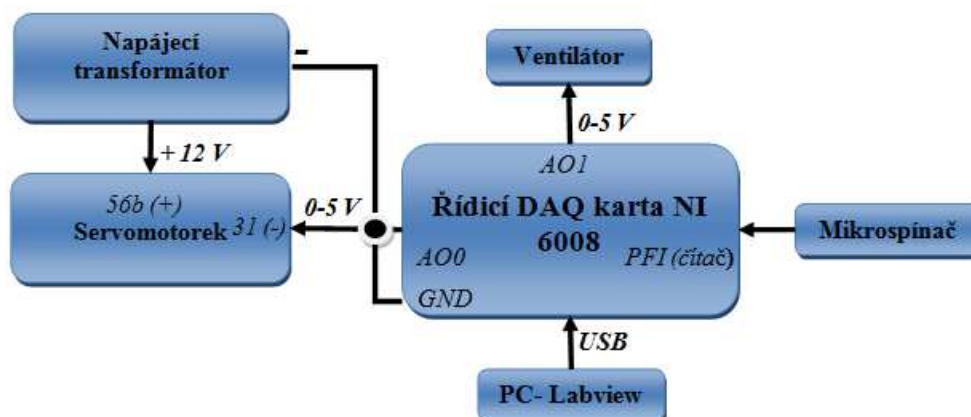
**Parametry karty NI 6008:**

- 8 analogových vstupů na 12 bitech vzorkovací frekvence až 10 kS/s
- 2 analogové výstupy na 12 bitech softwarově časovány
- 12 TTL/CMOS digitálních linek
- 32-bitový, 5 MHz čítač
- maximální vzorkovací frekvence 200kHz
- měřicí napěťový rozsah  $\pm 10$  V

Signály z čidel nebo vnějšího světa mohou být příliš kontaminované šumem nebo nebezpečné pro přímé měření. Vyhodnocovací obvod modifikuje signál do podoby, která je vhodná pro vstup do A/D převodníku.

Tento obvod může zahrnovat zesílení, zeslabení, filtrování a izolaci. Některé DAQ zařízení mají vestavěnou podporu pro měření specifických typů senzorů. Například měření teploty (termo-

článkem s vestavěnou podporou CJC - Cold Junction Compensation- kompenzace studeného konce), zrychlení (akcelerometr), polohy (potenciometru, optického enkodéru), intenzity zvuku (mikrofon), tlaku a tahu (siloměr) ...



Obr. 46. Schéma zapojení obvodu pro životnostní zkoušku

Analogové signály z čidel musí být převedeny na digitální předtím, než jsou zpracovány digitálním zařízením, například počítačem. A/D převodník je čip, který poskytuje digitální reprezentaci analogového signálu v časovém okamžiku. V praxi se analogové signály v průběhu času kontinuálně mění a A/D převodník vzorkuje periodicky signál na předem stanovené frekvenci. Tyto vzorky jsou přeneseny přes sběrnici do počítače, kde je původní signál rekonstruovaný ze vzorků v softwaru.



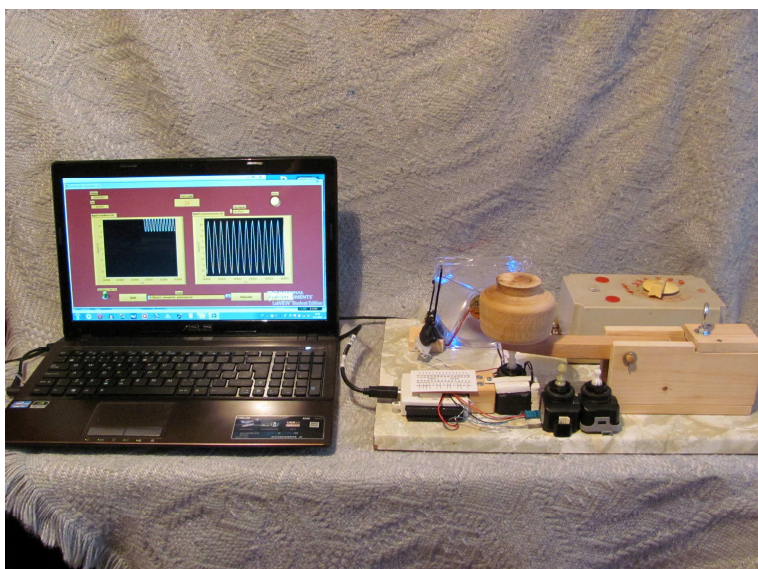
Obr. 47. Schéma propojení senzoru přes DAQ zařízení s PC

DAQ zařízení se připojují k počítači pomocí slotu nebo portu. Počítačová sběrnice slouží jako komunikační rozhraní mezi DAQ zařízením a počítačem pro průchod instrukcí a měřených dat. DAQ zařízení jsou nabízeny na většinu běžných počítačových sběrnic včetně USB, PCI, PCI Express a Ethernetu. Dnes jsou DAQ zařízení k dispozici už i pro přenos dat přes technologii Wi-Fi (Wireless Fidelity - technologie pro bezdrátový přenos dat). Existuje mnoho typů sběrnic a každá nabízí jiné výhody pro různé typy aplikací.



## 8 Systém pro měření životnosti

Systémem pro měření životnosti lze po testování několika motorků usoudit životnost dané součástky. Výsledkem testu je kvantil, který udává výdrž pro danou pravděpodobnost poruchy. Dojde-li k zastavení motorku, program tuto skutečnost vyhodnotí jako nouzový stav, spustí alarm, odpojí napájení a testování zastaví.



Obr. 48. Zařízení na testování servomotorků

Počet cyklů je počítán čítačem, na který je připojen mikrospínač (viz obr. 49). Spínač je připojen na pin čítače PF10 a GND (Grounding - uzemnění). Na testovacím zařízení je možno měnit závaží pro simulaci zatížení. Přiloženy jsou dvě závaží. Na zařízení je dále umístěn i ventilátor, který simuluje proudění vzduchu jedoucího vozidla a zároveň motorek chladí.



Obr. 49. Mikrospínač značky Zippy

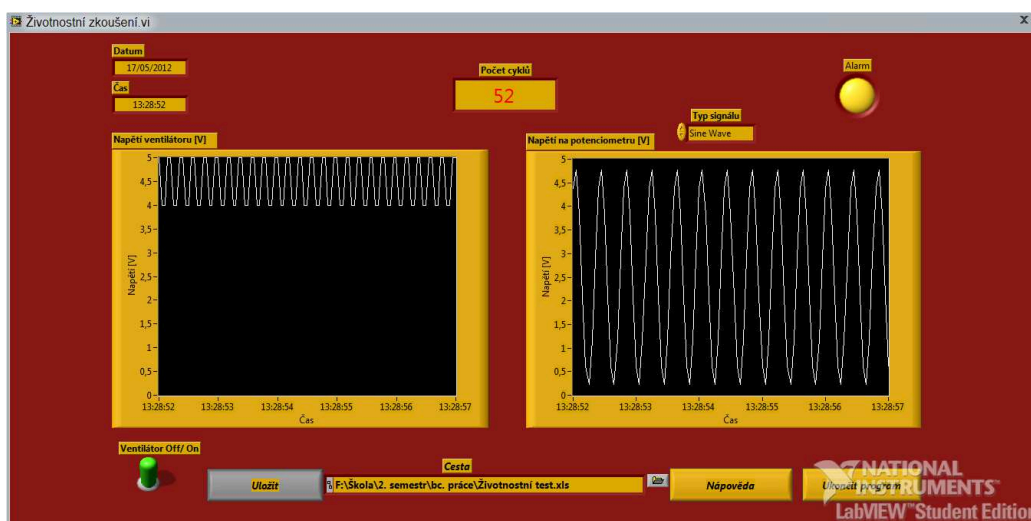
V programu jsou dva grafy. První graf zobrazuje napětí na ventilátoru, který je zapojen na výstup karty AO1 (Analog Output - analogový výstup) a lze ho zapnout nebo vypnout přepínačem Ventilátor Off/ On (Off - 0 V, On - 5 V). Indikátor ventilátoru má žlutou barvu, pokud je ventilátor vypnut a zelenou při jeho zapnutí.



Druhý graf znázorňuje napětí přivedené na potenciometr motorku. Potenciometr je zapojen na výstup AO0, kterým je generován sinusový signál (0,5 - 4,5 V). Alarm je indikován žlutě, pokud není aktivní. V aktivním stavu svítí červeně. Pokud dojde k zastavení motorku, alarm se aktivuje.

Existují dva typy časování hardwarové a softwarové. Tato karta však hardwarové časování nepodporuje a ponechává jej na procesoru, který danou úlohu provede pokaždé v jiný okamžik. Systém Windows není RTOS (Real Time Operating System- systém reálného času) a daná úloha se neprovádí v přesně daném časovém úseku, ani pokaždé stejně dlouho. Z tohoto důvodu je použito softwarové časování nastavenou periodou.

Časování smyček je softwarové a je dáno velikostí periody, která je nastavená na 1000 ms v konfiguračním souboru config.ini. Program dále podává informaci o aktuálním čase a datu, které přebírá z operačního systému Windows. Velikost periody je nastavena právě na 1 sekundu, protože dané životnostní zkoušky pro generování napětí dostačuje a také z důvodu zobrazování správného aktuálního času. Při nastavení jiné než nastavené periody by docházelo k desynchronizaci času. Tlačítkem nápověda se zobrazí informace o programu. To znamená verze, datum poslední kompilace, výrobce a jeho funkce.



Obr. 50. Uživatelský panel programu Životnostní zkoušení

V horní části uprostřed je umístěn indikátor zobrazující počet cyklů. Uložit data z životnostní zkoušky je možno po nastavení cesty a stisku tlačítka Uložit. Není - li zadána cesta, program uživatele vyzve dialogovým oknem, aby cestu zadal. Po stisku tlačítka Uložit zůstává tlačítko aktivní a data se ukládají. Pro ukončení ukládání je nutno tlačítko vymáčkнуть.

Program je možno ukončit stiskem tlačítka Ukončit program, popřípadě dojde k ukončení programu automaticky, pokud se motorek zastaví (zastavení aktivuje alarm).

## 9 Zpracování dat z životnostních testů

Obecně životnost výrobku představuje například počet sepnutí kontaktů spínače nebo počet provozních hodin do té doby, než dojde k jejímu zničení. Měřítkem výsledku životnostní zkoušky je také počet zatěžovacích cyklů, tj. zapnutí a vypnutí nebo jeden cyklus pohybů například motorku. V automobilovém průmyslu se používají zrychlené životnostní zkoušky. Není žádoucí, aby zkouška trvala například půl roku nebo déle, proto se urychluje zvýšeným namáháním mechanickým nebo tepelným. Při zrychlených zkouškách se komponenta provozuje s daleko vyšší zátěží, než je běžné. Výsledná životnost je proto pouze orientační a kratší než v reálných podmínkách. Porovnání výsledků zrychlených zkoušek může predikovat dopad změn výrobku na životnost ve skutečném provozu.

Během testů netrvá obvykle zkouška až do úplného zničení všech souběžně testovaných výrobků. Životnostní zkouška se zastaví po zničení několika vzorků. Výsledek zkoušky se označuje za ukončený nebo neukončený. U ukončených zkoušek známe konkrétní životnost, zatímco u neukončených zkoušek víme, kolik zatěžovacích cyklů zkoušený výrobek vydržel, což obsahuje také užitečnou informaci. Takový soubor výsledků má označení cenzorovaná data.

Náhodná veličina, kterou je počet zatěžovacích cyklů, se řídí Weibullovým rozdělením pravděpodobnosti. Místo matematického popisu hustoty pravděpodobnosti bude uvedena intenzita poruch  $\lambda$ , což je veličina označující počet poruch za časovou jednotku vztažena na jednu součástku nebo stroj, pokud je jich provozováno více najednou. Intenzita poruch pro Weibullovo rozdělení pravděpodobnosti počtu zatěžovacích cyklů do zničení součástky je dána vzorcem:

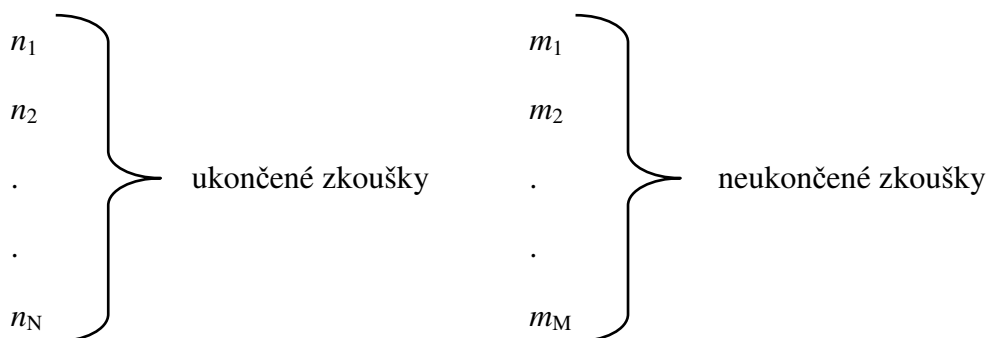
$$\lambda = \frac{\beta}{\eta} \cdot \left(\frac{n}{\eta}\right)^{\beta} \quad (9.1)$$

kde  $n$  je počet cyklů a  $\beta$  a  $\eta$  jsou parametry.

Parametry  $\beta$  a  $\eta$  se určují pomocí grafu, který transformuje distribuční funkci (kumulovaný histogram) na přímku. Pro vyhodnocení velikosti těchto parametrů existuje nomogram. Kvantil je veličina určující počet zatěžovacích cyklů, které součástka vydrží s danou pravděpodobností poruchy (například 1, 5 nebo 10 %).

**Postup:**

- Počty zatěžovacích cyklů uspořádáme podle velikosti.



Budeme předpokládat, že počet cyklů u ukončených zkoušek bude označen  $n_i$  a u neukončených zkoušek  $m_i$ . Počet zatěžovacích cyklů ukončených zkoušek je různý. Pro neukončené zkoušky může být počet zatěžovacích cyklů také různý, ale v našem příkladu budeme předpokládat, že zkouška probíhá hromadně a je také najednou zastavena. Počty cyklů  $m_i$  jsou stejné.

- Pro každou ukončenou zkoušku vypočteme pravděpodobnost.

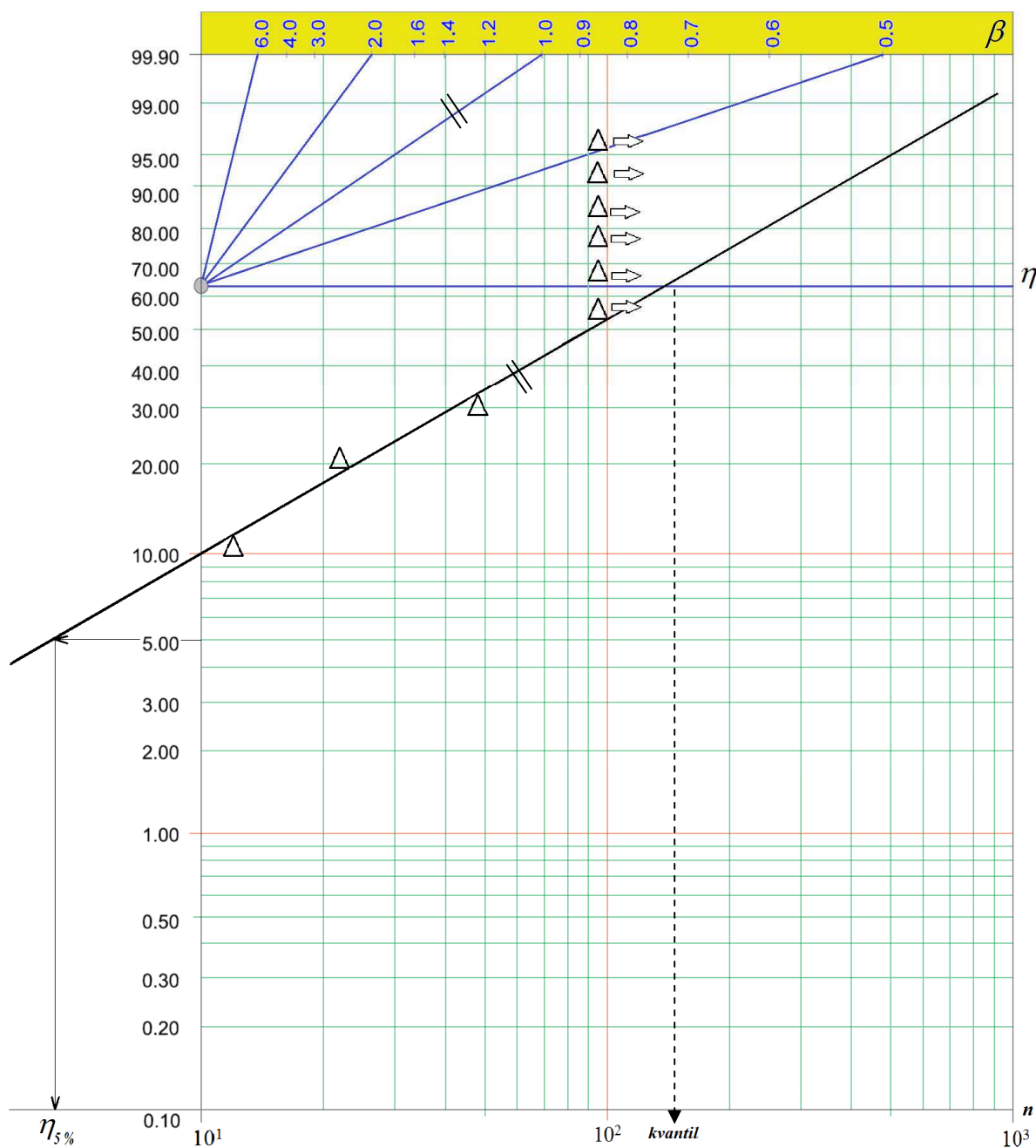
$$P_i = \frac{i}{Q+1} \cdot 100 \% \quad (9.2)$$

kde  $Q = N + M$  a  $i$  je pořadí výsledků uspořádaných podle velikosti.

Body grafu vynášíme tak, že souřadnice ve vodorovném směru je počet cyklů  $n_i$  a ve svislém směru pravděpodobnost  $P_i$ .

- Zakreslíme všechny body do grafu na obr. 51. Ukončeným zkouškám odpovídají body s obecně různou vodorovnou souřadnicí. Neukončené zkoušky mají v grafu společnou vodorovnou souřadnici, protože podle předpokladu byly zastaveny najednou. Skupina neukončených zkoušek je označena šipkou znázorňující pokračování. Nakonec skupinu bodů příslušných ukončeným zkouškám proložíme přímkou.

Výsledek testu je kvantil, což je počet cyklů, který udává výdrž pro danou pravděpodobnost poruchy.



Obr. 51. Weibullovo rozdělení pravděpodobnosti

Parametr  $\beta$  se učí dle rovnoběžnosti pravděpodobnostní přímky a přímky s daným sklonem parametru  $\beta$ . Parametr  $\eta$ , jak lze vyčíst z grafu na obr. 51 je daný a má hodnotu 62,5 %. Kvantil se poté určí jako průsečík pravděpodobnostní přímky a hodnoty  $\eta_{62,5\%}$ .

Pro zajímavost bude provedena experimentální životnostní zkouška, pouze s výstupem kolik cyklů servomotorek pro nastavení sklonu světlometů vydrží. Výsledek je uveden v závěru.

## 10 Závěr

V této bakalářské práci byly popsány světelné zdroje v automobilech a moderní systémy světlometů včetně jejich řízení. Byla popsána také sběrnice LIN, která se stará o komunikaci světlometů s řídicími jednotkami. Zmíněno bylo i testování automobilových komponent a zpracování dat z životnostních testů. Pro životnostní zkoušku bylo vytvořeno testovací zařízení, řízené multifunkční DAQ kartou NI 6008, která byla naprogramována v prostředí Labview. Tato karta vyrobená firmou National Instruments byla propojena s počítačem přes rozhraní USB. Řídicí program vytvořený v Labview řídil servomotorek pro nastavení sklonu světlometů, který byl upevněn na testovacím zařízení. Pomocí Weibullova rozdělení pravděpodobnosti bylo popsáno vyhodnocení dat z navrženého životnostního testu.

Cílem této práce bylo popsání problematiky světlometů, navržení testovacího zařízení a životnostní zkoušky, včetně postupu vyhodnocení dat, s cílem zjistit počet cyklů jednoho servomotorku pro nastavení sklonu světlometů.

Při navrhování testu byla značným limitem multifunkční DAQ karta NI 6008. Její nevýhodou je připojení pouze do USB portu počítače. Z toho důvodu lze na výstupu karty generovat maximální napětí pouhých 5 V a maximální proud 200 mA. Je to dáno možnostmi rozhraní USB, kterým je karta napájena a které není schopno poskytnout vyšší proud ani napětí. Tyto limity a nízké rozlišení A/D převodníku, kvůli kterému karta není vhodná na celou řadu měření (například na měření teploty termočlánkem z důvodu nízké přesnosti  $\pm 10^\circ\text{C}$ ), brání kartě být plnohodnotnou profesionální řídicí kartou.

Pro životnostní testování je žádoucí, aby testovací zařízení vydrželo co nejdéle, proto musí být vyrobeno z odolných materiálů. V praxi by tedy zařízení muselo být vyrobeno z pevnějších materiálů například z oceli. Pro uvedený životnostní test však plně postačovalo vyrobít zařízení ze dřeva a proto bylo použito.

V průběhu vypracovávání bakalářské práce jsem se dozvídal postupně čím dál tím více nových informací, jak z oblasti světlometů, tak i automobilové elektroniky a elektrotechniky. Vytvoření realizační práce ne pouze rešeršní, bylo pro mě tím pádem přínosné. Nabyté vědomosti, získané informace a praktické zkušenosti budu moci následně využít v praxi nebo i při vypracovávání diplomové práce. Zpracování tematiky světlometů mě, amatérského astronoma, zajímalo také proto, že se jedná o projekční systémy a o způsob modifikace světla, které je klíčové jak v astronomii, pro vznik a existenci života ve vesmíru, tak i v mnoha dalších oborech.

Během vypracovávání této bakalářské práce jsem se naučil programovat v prostředí Labview, ovládat multifunkční DAQ kartu NI 6008, ovládat servomotorek, zjistil jsem jak, a po jaké sběrnici se světlomety řídí, dozvěděl jsem se, jak se provádějí životnostní testy, a pod vedením vedoucího práce takový test navrhl, realizoval a vytvořil příslušné testovací zařízení.

Protože jsem se o dané problematice chtěl dozvědět ještě více, doplnil jsem si mozaiku získaných informací na exkurzi ve firmě Hella v Mohelnici. Hella je firma zabývající se vývojem a testováním světlometů, proto byla pro mě exkurze hodně přínosná. Na exkurzi mě provedli skrze několik rozsáhlých budov plných elektroniky, složitých zařízení a testovacích laboratoří. Firma se bezpochyby honosí spoustou tajných výrobních postupů a zařízení, ale i přesto jsem byl překvapen, kolik mi toho byli ochotni sdělit. Takový zážitek se těžko popisuje, chce to vidět na vlastní oči. Až poté si člověk udělá teprve obrázek o tom, jakým složitým celkem automobilové světlomety vlastně jsou a co vše je potřeba k jejich navrhování, výrobě a testování.

Pokud bych měl přístup k jednotlivým komponentům světel, případně měl k dispozici automobily jako takové, bylo by zajímavé například porovnat jednotlivé druhy světlometů. Jejich svítivost, spotřebu elektrické energie, barevnou teplotu, teplotu uvnitř světlometu nebo i jejich životnost v praxi. Toto téma by mohlo být pokračováním této bakalářské práce a námětem na mou budoucí diplomovou práci.

V závěru realizované životnostní zkoušky trvající přibližně 6 hodin, servomotorek vydržel za daných podmínek 1486 cyklů. V průměru motorek vykonal 0,1 cyklu za sekundu. Na hřídel motorku byla umístěna zátěž simulující váhu světlometu. V průběhu zkoušky se motorek zahříval, až jeho teplota dosáhla maxima a dále byla takřka konstantní. V posledních cyklech docházelo ke zvyšování tření šnekového soukolí, které bylo pro stejnosměrný motorek již tak velké, že s mechanismem nebyl schopen pohnout a došlo k jeho zastavení. Promazáním soukolí dojde ke snížení tření a součástka by měla fungovat dále.

Přínosem této bakalářské práce je vytvořené testovací zařízení, které lze použít pro vykonání a uložení výsledků životnostní zkoušky a po otestování určitého počtu motorků lze určit životnost dané součástky. Při experimentální zkoušce byla zjištěna životnost daného servomotorku 1486 cyklů. Při zkoušce bylo zjištěno, že motorek se zastaví vlivem zvýšeného tření a pro opětovnou funkčnost je nutno promazat šnekové soukolí. Tento motorek se v praxi kazí poměrně často a z uvedených důvodů navrhuji, že by motorek měl obsahovat maznici, která ho průběžně maže. Nedošlo by tak k zatuhnutí mechanismu a snížila by se jeho poruchovost



## **Poděkování**

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce prof. Ing. Jiřímu Tůmovi, CSc. za jeho cenné rady, připomínky a věnovaný čas při vypracování této bakalářské práce.

## 11 Seznam použité literatury

ALL IN SERVIS [online]. *Xenony*. [cit. 2011-12-29]. Dostupné z WWW: <URL: <http://www.autodiagnostika-chiptuning.cz/xenony/>>.

ANDREJČÁK, Tomáš [online]. *BMW vyvíjí laserové světlomety*. 14.09.2011 [cit. 2012-4-22]. Dostupné z WWW: <URL: <http://auto.pravda.sk/novinky/clanok/5804-bmw-vyvi-ja-laserove-svetlomety/>>.

AUTOFASHION [online]. *Halogenová žárovka H7*, 14.2.2009 [cit. 2011-11-10]. Dostupné z WWW: <URL: <http://www.autofashion.cz/zbozi/produkt-16695/halogenova-zarovka-h7-12v-100w-patice-px26d.html>>.

BOHATOVÁ, Věra [online]. *Fyzikální zkušebna*. 12.8.2011 [cit. 2011-11-5]. Dostupné z WWW: <URL: <http://www.itczlin.cz/fyzika-zkusebna.php#mechanickezkousky>>.

CAR LIGHTS [online]. *Car Headlights*. [cit. 2011-11-3]. Available from WWW: <URL: <http://www.carlightz.com/car-headlights.html>>.

carpages.co.uk [online]. *BMW announces Night Vision system and High-Beam Assistant*. 22.6.2005 [cit. 2011-11-8]. Available from WWW: <URL: <http://www.carpages.co.uk/bmw/bmw-night-vision-22-07-05.asp>>.

DITTRICH, Lukáš [online]. *Na vědomost se dává: funkce Conner*. 30.4.2008 [cit. 2011-11-3]. Dostupné z WWW: <URL: <http://www.zavolantem.cz/nazory/na-vedomost-se-dava-funkce-corner>>.

eetasia.com [online]. *2003APR04\_NTEK\_MPR\_AN.PDF*. [cit. 2011-11-29]. Available from WWW: <URL: [http://www.eetasia.com/ARTICLES/2003APR/A/2003APR04\\_NTEK\\_MPR\\_AN.PDF](http://www.eetasia.com/ARTICLES/2003APR/A/2003APR04_NTEK_MPR_AN.PDF)>.

ezu.cz [online]. *Zařízení na měření světelných charakteristik světel*. [cit. 2011-11-5]. Dostupné z WWW: <URL: [http://www.ezu.cz/index.php?u=/vybaveni-nasich-laboratori/vyblab-svetelne-zdroje/zarizeni-na-mereni-svetelnych-charakteristik-svitidel/&id=svet\\_zdroje\\_charakteristiky\\_svitidel](http://www.ezu.cz/index.php?u=/vybaveni-nasich-laboratori/vyblab-svetelne-zdroje/zarizeni-na-mereni-svetelnych-charakteristik-svitidel/&id=svet_zdroje_charakteristiky_svitidel)>.

LÁNÍK, Ondřej [online]. *Opel připravuje adaptivní světlomety nové generace*. 10.12.2004 [cit. 2011-12-25]. Dostupné z WWW: <URL: <http://www.auto.cz/opel-pripravuje-adaptivni-svetlomety-nove-generace-16375/foto?uid=41b9561ade09f>>.

lin-subbus.org [online]. *Lin Specification*. [cit. 2011-11-29]. Available from WWW:<URL: <http://www.lin-subbus.org/index.php?pid=7&lang=en&sid=67e507e26a8b69cb28bd4edc40549e67>>.

milujurizeni.cz [online]. *Technologie BMW: Laserová světla, head up display*. 22.10.2011 [cit. 2012-4-22]. Dostupné z WWW: <URL: <http://milujurizeni.cz/2011/10/technologie-bmw-laserova-svetla-head-up-display/>>.

ms4.cz [online]. *Barevná teplota světla*. [cit. 2012-4-22]. Dostupné z WWW: <URL: <http://www.ms4.cz/clanky/barevna-teplota-svetla.html>>.

news.taume.com [online]. *Audi: LED Technology and Light Design*. 12.2008 [cit. 2011-11-10]. Dostupné z WWW: <URL: <http://news.taume.com/World-Business/Auto/Audi-LED-Technology-and-Light-Design-7887>>.

nissan-global.com [online]. *Adaptive Front- Lighting System*. [cit. 2011-11-3]. Available from WWW: <URL: <http://www.nissan-global.com/EN/TECHNOLOGY/OVERVIEW/afs.html>>.

SAJDL, Jan [online]. *Xenonové světlomety (výbojky)*. [cit. 2011-11-25]. Dostupné z WWW: <URL: <http://cs.autolexicon.net/articles/xenonove-svetlomety-vybojky/>>.

SUTORÝ, Tomáš [online]. *Local Interconnect Network*. [cit. 2011-11-8]. Dostupné z WWW: <URL: <http://www.elektrorevue.cz/clanky/04012/index.html>>.

technoflame.com [online]. *Getting to the dark side with BMW Night Vision*. 28.9.2009 [cit. 2011-11-5]. Available from: <URL: <http://technoflame.com/getting-to-the-dark-side-with-bmw-night-vision/>>.

TŮMA, JIŘÍ. *Diagnostika strojů*. Skripta VŠB-TU Ostrava, 2009.

VLK, František. *Elektronické systémy motorových vozidel 2*, 1. vydání, vlastním nákladem, Brno 2002, ISBN: 80-238-7282-6

vybermiauto.cz [online]. *Test Opelu Insignia Sports Tourer*. 27.5.2010 [cit. 2011-11-29].

Dostupné z WWW: <URL: <http://www.vybermiauto.cz/autoblok/clanek/test-opel-insignia-sports-tourer>>.

xenonove-vybojky.cz [online]. *Xenonová výbojka H1 8000K*. [cit. 2011-12-28]. Dostupné z

WWW: <URL: <http://www.xenonove-vybojky.cz/xenonove-vybojky/eshop/0/0/5/8-Xenonova-vybojka-H1-8000K>>.

## 12 Seznam příloh

Příloha A:	Testovací zařízení a komponenty
Příloha B:	Multifunkční DAQ karta NI 6008
Příloha C:	Kód řídicího programu Životnostní zkoušení.vi v Labview
Příloha D:	Životnostní zkouška